

METHOD FOR SOLDERING ALUMINUM**Publication number:** DE10210217 (A1)**Publication date:** 2003-10-16**Inventor(s):** ENGLERT PETER [DE]; HEEB WOLFGANG [DE];
KNOEDLER WOLFGANG [DE]**Applicant(s):** BEHR GMBH & CO [DE]**Classification:****- international:** *B23K1/00; B23K1/19; B23K1/20; B23K1/00; B23K1/19;*
*B23K1/20; (IPC1-7): B23K1/20***- European:** B23K1/00S4; B23K1/19; B23K1/20**Application number:** DE20021010217 20020308**Priority number(s):** DE20021010217 20020308**Also published as:**

WO03076113 (A1)



ES2301789 (T3)



EP1485224 (A1)



EP1485224 (B1)



AU2003222752 (A1)

Cited documents:

DE10141883 (A1)



DE10061620 (A1)



DE10044454 (A1)



DE4041270 (A1)

Abstract not available for DE 10210217 (A1)

Abstract of corresponding document: **WO 03076113 (A1)**

The invention relates to a method for the fluxless soldering of aluminum, according to which a workpiece (1) is provided with a base material (2) containing an oxide film (3). Said oxide film (3) partly detaches from the base material (2) during heating.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑪ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 10 217 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 23 K 1/20

⑲ Aktenzeichen: 102 10 217.1
⑳ Anmeldetag: 8. 3. 2002
㉑ Offenlegungstag: 16. 10. 2003

DE 102 10 217 A 1

⑪ Anmelder:
Behr GmbH & Co., 70469 Stuttgart, DE

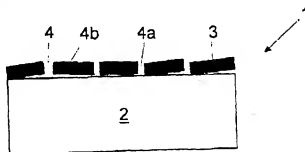
⑲ Erfinder:
Englert, Peter, Dipl.-Ing., 74177 Bad Friedrichshall,
DE; Heeb, Wolfgang, Dipl.-Ing. (FH), 73614
Schorndorf, DE; Knödler, Wolfgang, 71332
Weiblingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 101 41 883 A1
DE 100 61 620 A1
DE 100 44 454 A1
DE 40 41 270 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Verfahren zum Löten von Aluminium
⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum flussmittelfrei-
en Löten von Aluminium, wobei ein Werkstück (1) einen
Grundwerkstoff (2) mit einer Oxidschicht (3) aufweist, wo-
bei sich die Oxidschicht (3) beim Erwärmen teilweise vom
Grundwerkstoff (2) ablöst.



DE 102 10 217 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Löten von Aluminium gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zum Verbinden zweier metallischer Werkstücke mittels einer Lötverbindung ist eine mit Lot benetzte, d. h. eine ausreichend oxidfreie Oberfläche erforderlich. Dies bereitet insbesondere beim Löten von Aluminium-Werkstücken in der Praxis Probleme, da häufig durchgehende Oxidschichten auf der Werkstoffoberfläche vorhanden sind. Sind diese Oxidschichten nicht zu dick, wie in Fig. 2 dargestellt, so reißen sie beim Erwärmen derart auf (vertikal zur Oberfläche des Werkstücks 101), dass die Oxidschicht 103 viele kleine Risse 104 aufweist, in die das Lot fließen kann. Dabei haftet die Oxidschicht 103 bis zum Erreichen der Löttemperatur fast auf dem Grundwerkstoff 102, d. h. die Adhäsion ist größer als die Kohäsion.

[0003] Ist die Oxidschicht 203, wie in Fig. 3 dargestellt, so dick, dass sie nicht mehr aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungen des Grundwerkstoffs 202 und der Oxidschicht 203 aufreißt (Riss 204), so wird die Oxidschicht 203 vom Grundwerkstoff 202 abgesichert, d. h. die Adhäsion ist kleiner als die Kohäsion. Sie liegt dann als Trennschicht zwischen den beiden miteinander zu verlötenden Werkstücken 201 und verhindert die Ausbildung einer Lötverbindung.

[0004] Ferner wird zum flussmittelfreien Löten von Aluminium ein Aufreißen der Oxidschicht durch eine vorherige Behandlung des Werkstückes erreicht, wobei Elemente in den Grundwerkstoff eindiffundieren, oder durch eine Plattierung mit Lot, bspw. Ni-Al-Löten. Ferner kann ein Aufreißen der Oxidschicht durch das Ausdampfen von Elementen, z. B. Mangan, aus dem Grundwerkstoff oder der Lotplattierung beim Vakuumlöten erfolgen. Jedoch tritt bei diesen Verfahren auch ein unkontrolliertes Aufreißen der Oxidschicht infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, so dass auch diese Verfahren noch Wünsche offen lassen.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Lötverfahren bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum flussmittelfreien Löten von Aluminium zur Verfügung gestellt, gemäß dem sich die Oxidschicht, welche den Grundwerkstoff bedeckt, beim Erwärmen teilweise ablöst. Dies erfolgt vorzugsweise unter Bildung von Rissen in vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche des Grundwerkstoffes und unter Bildung von Rissen zwischen dem Grundwerkstoff und der Oxidschicht.

[0008] Der Grundwerkstoff des Werkstückes weist vorzugsweise eine andere Wärmeausdehnung auf als die an den Grundwerkstoff angrenzende Oxidschicht, wodurch sich infolge der Erwärmung beim Lötvorgang infolge der Temperaturabhängigkeit der Größenänderungen von Grundwerkstoff und Oxidschicht definierte Spannungen aufbauen lassen.

[0009] Vorzugsweise erfolgt vor dem Löten eine definierte Oxidation der Werkstückoberfläche. Während oder nach der Oxidation wird die Oxidschicht vorzugsweise mit Fremdatomen dotiert. Diese Fremdatome, insbesondere Fluoride, bilden eine Art von "Sollbrüchstellen", an denen sich bevorzugt beim Erwärmen in der Oxidschicht Risse bilden. Die Herstellung der Oxidschicht erfolgt vorzugsweise chemisch, elektrochemisch oder physikalisch mit einem bekannten Verfahren.

[0010] Bei Durchführung des Erwärms- und Lötvorganges unter Schutzgas, bspw. in einem Schutzgas-Durchlaufofen, ist für dieses Verfahren eine wesentlich weniger aufwendige Anlagentechnik erforderlich, da kein Vakuum-Lötofen erforderlich ist. Ferner lässt sich Aluminium flussmittelfrei unter Schutzgas löten, wobei die Vorbehandlung weitaus weniger aufwendig ist als bspw. beim Ni-Al-Löten, das eine galvanisch aufgetragene Nickel-Schicht erfordert. Außerdem ist der Lötprozess unabhängig von, den Lötprozess beeinflussenden, physikalischen Eigenschaften, wie Dampfdruck, Diffusionsverhalten bisher notwendiger Legierungselemente bzw. Oberflächenschichten, wodurch eine hohe Prozesssicherheit resultiert. Auch beeinflussen zusätzliche (Legierungs-)Elemente o. ä. nicht die Korrosionsbeständigkeit der Werkstücke.

[0011] Vorzugsweise wird dieses Lötverfahren zum Verlöten einzelner Bauteile für einen Kühler, bspw. für eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeugs, verwendet.

[0012] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0013] Fig. 1 eine erfindungsgemäß vorbereitete Werkstückoberfläche,

[0014] Fig. 2 eine erste, schlecht geeignete Werkstückoberfläche gemäß dem Stand der Technik, und

[0015] Fig. 3 eine zweite, ungeeignete Werkstückoberfläche gemäß dem Stand der Technik.

[0016] Fig. 1 zeigt ein Werkstück 1 mit einem Grundwerkstoff 2 aus Aluminium an dessen Oberfläche sich eine Oxidschicht 3, d. h. eine Aluminium-Oxidschicht, befindet. Die Oxidschicht 3 weist Risse 4 auf, die sich sowohl in vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche des Grundwerkstoffes 2 (Risse 4a) als auch teilweise entlang der Oberfläche des Grundwerkstoffes 2 (Risse 4b) verlaufen.

[0017] Bei der Oxidschicht 3 handelt es sich um eine definiert hergestellte Schicht, die bspw. chemisch hergestellt wird. Hierfür kommt zum Beispiel das Böhmit-Verfahren in Frage. Ferner kann die Oberfläche des Werkstückes 1 mit einem flüssigen Oxidationsmittel, bspw. Wasserstoffperoxid, oder durch die Einwirkung von Ozon in einer Plasmakammer (oxidierendes Plasma) entsprechend behandelt werden. Alternativ kann die Oberfläche elektrochemisch, bspw. mit einem Anodisierungsverfahren, durch elektrochemische Reaktion mit speziellen Ionenaktiven Lösungsmitteln, z. B. Propylenkarbonat, oder durch kathodische Verfahren behandelt werden. Ferner kommen die physikalischen Verfahren PVD und CVD in Frage.

[0018] Liegt eine entsprechende Oxidschicht 3 vor, so werden die Lötstellen zweier Werkstücke 1 und (festes) Lot entsprechend positioniert und die gesamte Anordnung in einen Schutzgas-Ofen, insbesondere in einen Schutzgas-Durchlaufofen, eingebracht, wo die Werkstücke 1 und das Lot erwärmt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten des Grundwerkstoffes 2 und der Oxidschicht 3 kommt es zu Spannungen insbesondere in der Oxidschicht 3, jedoch auch im Grenzbereich zwischen dem Grundwerkstoff 2 und der Oxidschicht 3, die bei weiterer Erwärmung auf die eigentliche Löttemperatur so groß werden, dass sich die oben beschriebenen Risse 4 bilden. Wird die Löttemperatur erreicht, so dringt – infolge der Kapillarwirkung – flüssiges Lot in die Spalte zwischen den Werkstücken 1 ein und weiter in die Risse 4a und 4b, bis diese im Optimalfall vollständig mit Lot gefüllt sind. Danach erfolgt die Abkühlung und die verlöteten Werkstücke 1 werden dem Schutzgas-Ofen entnommen.

[0019] Gemäß einer Variante dieses erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt eine Dotierung, insbesondere der Oxidschicht, mit Fremdatomen. Dabei bilden die Fremdatome

"Sollbruchstellen", durch die das Abplatzverhalten der Oxidschicht, d. h. die Rissbildung, optimiert wird.

Bezugszeichenliste

1, 101, 201 Werkstück	5
2, 102, 202 Grundwerkstoff	
3, 103, 203 Oxidschicht	
4, 104, 204 Riss	
4a, 4b Riss	10

Patentansprüche

1. Verfahren zum flussmittelfreien Löten von Aluminium, wobei ein Werkstück (1) einen Grundwerkstoff (2) mit einer Oxidschicht (3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Oxidschicht (3) beim Erwärmen teilweise vom Grundwerkstoff (2) ablöst. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich in der Oxidschicht (3) beim Erwärmen Risse (4a) in vertikaler Richtung bezüglich der Oberfläche des Grundwerkstoffes (2) bilden. 20
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, sich beim Erwärmen Risse (4b) zwischen dem Grundwerkstoff (2) und der Oxidschicht (3) bilden. 25
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundwerkstoff (2) des Werkstückes (1) eine andere Wärmedehnung aufweist als die an den Grundwerkstoff (2) angrenzende Oxidschicht (3). 30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Löten die Werkstückoberfläche definiert oxidiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidschicht (3) mit Fremdatomen dotiert wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Fremdatome Fluoride verwendet werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellung der Oxidschicht (3) chemisch, elektrochemisch oder physikalisch erfolgt. 40
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung und Lötung unter Schutzgas durchgeführt wird. 45
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Bauteile für einen Kühler verlotet werden. 50

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

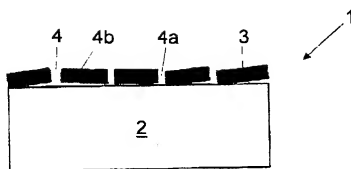


Fig. 1

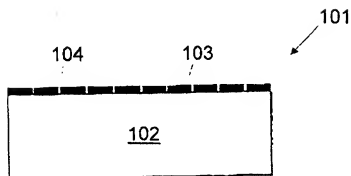


Fig. 2

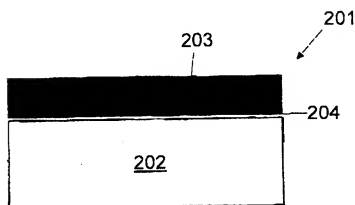


Fig. 3